

HC971 U.S. PTO
10/034122

leg No. 29,988

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Je971 U.S. PTO

10/034122



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 1月11日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-003548

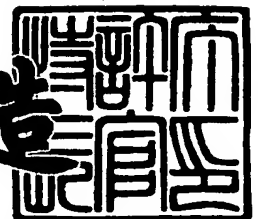
出 願 人
Applicant(s):

株式会社森精機製作所
インテリジェント マニユファクチャリング システムズ
インターナショナル

2001年11月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3098529

【書類名】 特許願

【整理番号】 MP0-M-0133

【提出日】 平成13年 1月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/00

【発明者】

 【住所又は居所】 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 株式会社森精機
 製作所内

 【氏名】 角野 充彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000146847

 【氏名又は名称】 株式会社森精機製作所

【特許出願人】

 【識別番号】 300035331

 【氏名又は名称】 インテリジェント マニユファクチャリング システム
 ズ インターナショナル

【代理人】

 【識別番号】 100104662

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 智司

 【電話番号】 (06)6261-9944

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 058654

 【納付金額】 21,000円

【その他】 米国カリフォルニア州の法律に基づく法人

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 1 - 0 0 3 5 4 8

【包括委任状番号】 9716846

【包括委任状番号】 0006369

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元形状データ生成方法及び3次元形状データ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 N C工作機械における工具の移動経路等を含むN Cプログラムと、前記工具の工具形状データと、前記工具により加工される被加工物の素材形状データとに基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成する3次元形状データ生成方法であって、

前記素材形状データに基づいて、前記被加工物を、互いに直交する3軸方向に整列された多数の格子点からなり、各格子点が3次元座標データと前記3軸方向で隣接する格子点間の接続情報とで定義される立体格子点データに置換する処理と、

前記N Cプログラム、前記工具形状データ及び前記素材形状データに基づいて、前記被加工物に対する前記工具の移動領域に関するデータを生成すると共に、該工具の移動領域内にある前記立体格子点データの格子点を消去し、且つ残った格子点の前記接続情報を更新する処理と、

前記残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする3次元形状データ生成方法。

【請求項2】 前記格子点の接続情報を更新した後、前記残った格子点の接続情報に基づいて、前記加工後の被加工物の表面を形成する表面格子点を抽出する処理と、該表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする請求項1記載の3次元形状データ生成方法。

【請求項3】 前記表面格子点を抽出した後、

前記表面格子点の相互間で隣接する格子点により4角形状を形成し、該4角形状に垂直ベクトルを設定した後、前記垂直ベクトルが相互に平行し、相互に隣接する4角形状同士を統合して、より大きな4角形状を定義可能な最適化表面格子点を抽出する処理と、

抽出された最適化表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被

加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする請求項 2 記載の 3 次元形状データ生成方法。

【請求項 4】 NC 工作機械における工具の移動経路等を含む NC プログラムと、前記工具の工具形状データと、前記工具により加工される被加工物の素材形状データとに基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する 3 次元形状データ生成装置であって、

前記素材形状データに基づいて、前記被加工物を、互いに直交する 3 軸方向に整列された多数の格子点からなり、各格子点が 3 次元座標データと前記 3 軸方向で隣接する格子点間の接続情報とで定義される立体格子点データに置換する素材格子作成部と、

前記 NC プログラム、前記工具形状データ及び前記素材形状データに基づいて、前記被加工物に対する前記工具の移動領域に関するデータを生成すると共に、該工具の移動領域内にある前記立体格子点データの格子点を消去し、且つ残った格子点の前記接続情報を更新する工具経路処理部と、

前記残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する形状データ生成部とを備えてなることを特徴とする 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 5】 前記工具経路処理部により格子点の接続情報を更新した後、前記残った格子点の接続情報に基づいて、前記加工後の被加工物の表面を形成する表面格子点を抽出する表面格子抽出部を備え、前記形状データ生成部は、前記表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成することを特徴とする請求項 4 記載の 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 6】 前記抽出した表面格子点の相互間で隣接する格子点により 4 角形状を形成し、該 4 角形状に垂直ベクトルを設定した後、前記垂直ベクトルが相互に平行し、相互に隣接する 4 角形状を統合して、より大きな 4 角形状を定義可能な最適化表面格子点を抽出する最適化処理部を備え、前記形状データ生成部は、前記最適化表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元データを生成することを特徴とする請求項 5 記載の 3

次元形状データ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、NC工作機械におけるNCプログラムから被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成することのできる3次元形状データ生成方法及び3次元形状データ生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

NC工作機械は、工具の移動経路等を含むNCプログラムに従った数値制御の下で工具を移動させることにより被加工物を加工する。このNCプログラムは、プログラマの手作業によって作成することもできるが、現在では、自動プログラミング装置によって自動的に作成することも可能である。この自動プログラミング装置は、CAD (Computer aided design)により作成した設計データ（以下、「CADデータ」という）、工具の形状データ及び切削条件データ等に基づいて、使用工具の自動展開処理、切削条件の自動決定処理、加工順序の自動決定処理を順次実行してプログラミング基礎データを生成する。そして、生成されたプログラミング基礎データを基にNCプログラムを生成する。なお、CADデータとは、加工後の被加工物の最終的な形状及び寸法などを3次元的に示した形状データである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、加工現場では、受注先から上記CAD、自動プログラミング装置により生成したNCプログラムのみを受け取って、被加工物を加工するケースがある。このケースにおいて、NCプログラムを用いてNC工作機械で加工を行った際に、期待した形状が得られなかった場合、加工現場では、NCプログラムからCADデータ（3次元形状データ）に逆展開できないため、被加工物に対する形状を変更することができない。従って、加工現場では、受注先にNCプログラムの修正を依頼することになるが、この修正作業を行うためには、CADによるC

A D データの変更、さらに、自動ブラミング装置での各種処理を行わなければならない。その結果、N C プログラムを再び受け取るまでに長時間を要し、その間、N C 工作機械を停止させなければならない。このため、生産性が落ちるという問題があった。

【 0 0 0 4 】

また、例えば、被加工物のポケットコーナで工具が全体的に接触して被加工物にびびった形跡を残す等の不具合が生じて、N C プログラムから 3 次元形状データを得られないことから、工具経路を変更して不具合を修正することができない。

【 0 0 0 5 】

本発明は、N C 工作機械における N C プログラムから被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成することのできる 3 次元形状データ生成方法及び 3 次元形状データ生成装置を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段及びその効果】

上記目的を達成するための本発明の請求項 1 に記載した発明は、N C 工作機械における工具の移動経路等を含む N C プログラムと、前記工具の工具形状データと、前記工具により加工される被加工物の素材形状データとに基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する 3 次元形状データ生成方法であって、

前記素材形状データに基づいて、前記被加工物を、互いに直交する 3 軸方向に整列された多数の格子点からなり、各格子点が 3 次元座標データと前記 3 軸方向で隣接する格子点間の接続情報とで定義される立体格子点データに置換する処理と、

前記 N C プログラム、前記工具形状データ及び前記素材形状データに基づいて、前記被加工物に対する前記工具の移動領域に関するデータを生成すると共に、該工具の移動領域内にある前記立体格子点データの格子点を消去し、且つ残った格子点の前記接続情報を更新する処理と、

前記残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対

する加工後の 3 次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする 3 次元形状データ生成方法に係る。

【 0 0 0 7 】

そして、この請求項 1 に記載した方法発明は、請求項 4 記載の装置発明によってこれを好適に実施することができる。即ち、請求項 4 に記載した発明は、NC 工作機械における工具の移動経路等を含む NC プログラムと、前記工具の工具形状データと、前記工具により加工される被加工物の素材形状データとに基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する 3 次元形状データ生成装置であって、

前記素材形状データに基づいて、前記被加工物を、互いに直交する 3 軸方向に整列された多数の格子点からなり、各格子点が 3 次元座標データと前記 3 軸方向で隣接する格子点間の接続情報とで定義される立体格子点データに置換する素材格子作成部と、

前記 NC プログラム、前記工具形状データ及び前記素材形状データに基づいて、前記被加工物に対する前記工具の移動領域に関するデータを生成すると共に、該工具の移動領域内にある前記立体格子点データの格子点を消去し、且つ残った格子点の前記接続情報を更新する工具経路処理部と、

前記残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の 3 次元形状データを生成する形状データ生成部とを備えてなることを特徴とする 3 次元形状データ生成装置に係る。

【 0 0 0 8 】

これら請求項 1 及び 4 に記載した各発明によれば、まず、素材形状データに基づいて、被加工物が、互いに直交する 3 軸方向（X 軸，Y 軸，Z 軸）で整列された多数の格子点からなり、各格子点が 3 次元座標データ（ X_n ， Y_n ， Z_n ）と、3 軸 6 方向（ $-x$ ， $+x$ ， $-y$ ， $+y$ ， $-z$ ， $+z$ ）で隣接する格子点間の接続情報によって定義される立体格子点データに置換される。尚、ここに云う接続情報とは、前記 3 軸 6 方向それぞれについて、隣接する格子点が存在するか否か表す情報である。

【 0 0 0 9 】

次に、NCプログラム、工具形状データ及び素材形状データに基づいて、被加工物に対する工具の領域に関するデータが生成される。そして、NCプログラムに基づいて工具領域を移動させ、その領域内（移動領域内）にある格子点データを消去し、残った各格子点の接続情報を更新する。これにより、立体格子点データは、被加工物に対する加工後の3次元形状に則したものとなる。

【0010】

ついで、残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、3次元形状データが生成される。即ち、各格子点は、3次元座標データ及び3軸6方向の接続情報によって隣接する格子点同士が特定され、これにより、被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成することができる。

【0011】

このように、請求項1及び4記載の各発明によれば、NCプログラムから逆展開して、被加工物に対する加工後の3次元形状データを得ることができる。そして、得られた3次元形状データから、被加工物の最終的な形状及び寸法を把握することができる。これにより、加工現場において、受注先からNCプログラムしか受け取らないケースであっても、NCプログラムから逆展開した3次元形状データを適宜処理することにより、NCプログラムを変更し、或いはこれを新たに作成することが可能となる。この結果、加工現場での生産性を向上できると共に、加工による不具合を修正することが可能となる。また、3次元形状データを順次、蓄積することにより、被加工物に対する工具等の加工条件も蓄積することが可能である。

【0012】

本発明の請求項2に記載した発明は、請求項1記載の3次元形状データ生成方法において、前記格子点の接続情報を更新した後、前記残った格子点の接続情報に基づいて、前記加工後の被加工物の表面を形成する表面格子点を抽出する処理と、該表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする3次元形状データ生成方法に係る。また、請求項5に記載した発明は、請求項4記載の3次元形状データ生成装置において、前記工具経路処理部により格子点の

接続情報を更新した後、前記残った格子点の接続情報に基づいて、前記加工後の被加工物の表面を形成する表面格子点を抽出する表面格子抽出部を備え、前記形状データ生成部が、前記表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成するように構成された3次元形状データ生成装置に係る。

【 0 0 1 3 】

これら請求項2及び5に記載した各発明によると、加工後の被加工物に係る格子点データの内、被加工物の表面を形成する表面格子点が抽出され、抽出された表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、加工後の被加工物の3次元形状データが生成される。斯くして、本発明によれば、3次元形状データを記憶するための容量を少なくすることが可能である。

【 0 0 1 4 】

本発明の請求項3に記載した発明は、請求項2記載の3次元形状データ生成方法において、前記表面格子点を抽出した後、前記表面格子点の相互間で隣接する格子点により4角形状を形成し、該4角形状に垂直ベクトルを設定した後、前記垂直ベクトルが相互に平行し、相互に隣接する4角形状同士を統合して、より大きな4角形状を定義可能な最適化表面格子点を抽出する処理と、抽出された最適化表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元形状データを生成する処理とを順次実施することを特徴とする3次元形状データ生成方法に係る。また、請求項6に記載した発明は、請求項5記載の3次元形状データ生成装置において、前記抽出した表面格子点の相互間で隣接する格子点により4角形状を形成し、該4角形状に垂直ベクトルを設定した後、前記垂直ベクトルが相互に平行し、相互に隣接する4角形状を統合して、より大きな4角形状を定義可能な最適化表面格子点を抽出する最適化処理部を備え、前記形状データ生成部が、前記最適化表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、前記被加工物に対する加工後の3次元データを生成するように構成された3次元データ生成装置に係る。

【 0 0 1 5 】

これら請求項3及び6に記載した各発明によると、抽出された表面格子点の内

、相互に隣接する格子点から構成される４角形状が多数形成される。そして、各４角形状に対して垂直ベクトルが設定された後、各垂直ベクトルの方向が分析され、同一平面にある４角形状が特定される。即ち、隣接する４角形状の各垂直ベクトルが相互に平行であれば、これらは同一平面にあると判断することができ、このように平行な垂直ベクトルを有する隣接４角形状相互が同一平面内に在ると特定される。ついで、同一平面にある４角形状同士を統合し、より大きな４角形状を定義可能な最適化表面格子点が抽出され、この処理が１又は複数回繰り返されることによって、加工後の被加工物の表面が最小数の表面格子点（最適化表面格子点）で特定される。そして、抽出された最適化表面格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、被加工物に対する加工後の３次元形状データが生成される。

【 0 0 1 6 】

このように、請求項３及び６に記載した各発明によれば、加工後の被加工物の表面を最小数の表面格子点（最適化表面格子点）により特定できるので、これらの表面格子点から３次元形状データを生成する処理時間を短縮することが可能となる。また、３次元形状データを記憶するための容量を最小にすることもできる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態に係る３次元形状データ生成方法及び３次元形状データ生成装置について、図１～図１５を参照して説明する。なお、説明の便宜上、３次元形状データ生成装置を説明した後、３次元形状データ生成方法について説明する。図１は、３次元形状データ生成装置の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 8 】

図１において、３次元形状データ生成装置１は、ＮＣプログラム記憶部３、素材形状記憶部４、工具形状記憶部５、素材格子記憶部６、加工後格子記憶部７、表面格子記憶部８、最適化表面格子記憶部９及び形状データ記憶部１０などからなる記憶手段を備えている。また、３次元形状データ生成装置１は、素材格子作

成部 1 1, 工具経路処理部 1 2, 表面格子抽出部 1 3, 表面格子最適化処理部 1 4 及び形状データ生成部 1 5 などからなる処理手段を備えている。各記憶手段 3 ~ 1 0 と各処理手段 1 1 ~ 1 5 とは、バスライン 2 により相互に接続され、該バスライン 2 は入出力インターフェース 1 6 に接続されている。また、この入出力インターフェース 1 6 には、各種データを入出力するための入力装置 1 7 と出力装置 1 8 とが接続されている。

【 0 0 1 9 】

N C プログラム記憶部 3 は、入力装置 1 7 から入出力インターフェース 1 6 及びバスライン 2 を通して入力される N C プログラムを記憶する。この N C プログラムは、工具の移動経路等を含むもので、図示しない自動プログラミング装置によって自動的に作成される。この自動プログラミング装置は、C A D により作成した C A D データ、工具の形状データ及び切削条件データ等に基づいて、使用工具の自動展開処理、切削条件の自動決定処理、加工順序の自動決定処理を順次実行してプログラミング基礎データを生成する。そして、生成されたプログラミング基礎データを基に N C プログラムを生成する。なお、C A D データとは、加工後の被加工物の最終的な形状及び寸法などを 3 次元的に示した形状データである。

【 0 0 2 0 】

素材形状記憶部 4 は、N C 工作機械により加工される被加工物の素材形状データを記憶するもので、素材形状データは入力装置 1 7 から入出力インターフェース 1 6 及びバスライン 2 を通して入力される。また、工具形状記憶部 5 は、被加工物の加工に使用する工具の工具形状データを記憶するもので、工具形状データは同じく入力装置 1 7 から入出力インターフェース 1 6 及びバスライン 2 を通して入力される。なお、素材形状データとは、加工する前の被加工物の素材形状寸法であり、工具形状データとは、工具の径や長さ寸法などである。

【 0 0 2 1 】

素材格子作成部 1 1 は、素材形状記憶部 4 から素材形状データを読み込み、これを立体格子点データに置換する。具体的には、図 2 に示すように、素材格子作成部 1 1 は、素材形状データに基づいて被加工物 T の素材形状寸法を認識し、こ

の形状寸法と同等な立体格子点データLに置換する。この立体格子点データLは、図2及び図3に示すように、互いに直交する3軸方向(X軸, Y軸, Z軸)に多数並設された格子点Pからなり、これらは全体として立方格子体を構成する。

【0022】

図2及び図3に示すように、各格子点Pは3次元座標データ(X_n , Y_n , Z_n)として定義され、また、図3に示すように、X軸の正負2方向、Y軸の正負2方向及びZ軸の正負2方向の計6方向における、隣接する格子点Pの有無に関する接続サイン($-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, $+z$) (接続情報)によって定義される。以上により、立体格子点データLを構成する各格子点Pは、(X_n , Y_n , Z_n , $-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, $+z$)として定義される。尚、隣接する格子点Pが存在しない場合には、接続サインは零で表現される。例えば、図3に示す格子点P1は立体格子点データLの表面に位置し、このためZ軸正方向の隣接格子点Pが存在しない。したがって、この格子点(以下、表面格子点という)P1の接続サインは、($-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, 0)となる。一方、格子点P2は立体格子点データLの内部に位置しており、3軸6方向の全てに隣接する格子点Pが存在する。したがって、この格子点(以下、内部格子点という)P2の接続サインは、($-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, $+z$)となる。

【0023】

そして、素材格子作成部11は、上記のようにして定義した立体格子点データLを素材格子記憶部6に格納する。なお、図2に示すように、各格子点P間の3軸方向の間隔 t は、NC工作機械により加工する精度、被加工物Tの素材形状にもよるが、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 程度に設定される。

【0024】

工具経路処理部12は、NCプログラム記憶部3、素材形状記憶部4、工具形状記憶部5及び素材格子記憶部6から、それぞれNCプログラム、素材形状データ、工具形状データ、立体格子点データLを読み込み、図4に示すように、工具Kの領域を設定した後、NCプログラムに基づいて当該工具Kの領域を移動させ、図4及び図5に示すように、その領域(移動領域)と重なる立体格子点データ

Lの格子点P（図5の◎印）を消去する処理を行う。ついで、工具経路処理部12は、この消去処理の後、残った格子点Pの接続サインを更新する。即ち、消去された格子点Pに隣接する格子点Pは、当該方向の接続サインが零となり、立体格子点データLの表面に現れることになる。以上により、立体格子点データLは、残った格子点Pによって構成され、被加工物Tの加工後の3次元形状を表すものとなる（以下、「加工後の立体格子点データL」という）。そして、工具経路処理部12は、加工後の立体格子点データLを加工後格子記憶部7に格納する。

【0025】

表面格子抽出部13は、加工後格子記憶部7から加工後の立体格子点データL（残った格子点P）を読み込み、加工後の被加工物Tの各表面を形成する表面格子点Pを抽出する処理を行う。

【0026】

具体的には、表面格子抽出部13は、読み込んだ格子点Pの接続サインから、前記3軸6方向の内、少なくとも1方向の接続サインが零である格子点Pを抽出し、この格子点Pを表面格子点として判別する。1以上の方向についての接続サインが零である格子点Pは、必ず立体格子点データLの表面に位置するからである。以下、このような表面格子点を仮に完全表面格子点という。図6は、3つの面Ma, Mb, Mcがそれぞれ相互に直交する立体格子点データLを例示したものであるが、図中の格子点Paが完全表面格子点である。そして、表面格子抽出部13は、このようにして抽出された完全表面格子点Pについて、例えば、表面格子点としてのフラグをONにして、他の格子点Pとの区別を可能にする。

【0027】

次に、表面格子抽出部13は、残った格子点Pの内、前記完全表面格子点Pと隣接する格子点Pを抽出し、更に抽出された格子点Pから、前記完全表面格子点Pの接続サインが零である方向と反対方向に隣接し、且つ隣接する表面格子点Pの全てが当該完全表面格子点Pである（即ち、接続サインが零である軸方向の完全表面格子点Pとのみ隣接し、接続サインが零で無い軸方向の完全表面格子点Pとは隣接しない）格子点Pを抽出して、これを内部格子点として判別する。図6に示した例では格子点Pdがこの内部格子点である。これに対し、図4に示した

格子点 P 3 は、接続サインが零で無い軸方向の完全表面格子点 P にも隣接しているため、内部格子点とは判別されない。そして、表面格子抽出部 1 3 は、このようにして抽出された内部格子点 P について、例えば、内部格子点としてのフラグを ON にして、他の格子点 P との区別を可能にする。

【 0 0 2 8 】

次に、表面格子抽出部 1 3 は、上記のようにして抽出された前記完全表面格子点 P に隣接する格子点 P の内、前記内部格子点以外の格子点 P を表面格子点として判別する。図 6 に示した例では格子点 P b がこの表面格子点である。そして、表面格子抽出部 1 3 は、このようにして抽出された表面格子点 P について、上記と同様、表面格子点としてのフラグを ON にする。

【 0 0 2 9 】

次に、表面格子抽出部 1 3 は、残りの格子点 P から、前記 3 軸方向の全てにおいて前記表面格子点と隣接する格子点 P を抽出し、抽出された格子点 P を表面格子点として判別する。図 6 に示した例では格子点 P c がこの表面格子点である。そして、表面格子抽出部 1 3 は、このようにして抽出された表面格子点 P について、上記と同様、表面格子点としてのフラグを ON にする。

【 0 0 3 0 】

次に、表面格子抽出部 1 3 は、残った格子点 P を内部格子点として判別する。図 6 に示した例では格子点 P e がこの内部格子点である。そして、表面格子抽出部 1 3 は、このようにして抽出された内部格子点 P について、上記と同様、内部格子点としてのフラグを ON にする。

【 0 0 3 1 】

そして、表面格子抽出部 1 3 は、以上のようにして抽出した表面格子点 P に係る立体格子点データ L を前記表面格子記憶部 8 に格納する。

【 0 0 3 2 】

尚、図 2 乃至図 9 の各図では表面格子点を●で表示し、更に、図 3、図 5 及び図 6 では内部格子点を○で表示している。

【 0 0 3 3 】

表面格子最適化処理部 1 4 は、表面格子記憶部 8 から表面格子点 P に係る立体

格子点データ L を読み込んで、その特徴形状を抽出し、最適化する。具体的には、図 7 に示すように、各表面格子 P 相互間で隣接する表面格子点 P により 4 角形状 G を多数形成し、各 4 角形状 G に垂直ベクトル f を設定する。そして、各垂直ベクトル f の方向を分析することにより、各 4 角形状 G の特徴形状を抽出する。この特徴形状とは、各 4 角形状 G が同一平面にあるか否かを示すものであり、例えば、図 7 に示すように、隣接する各垂直ベクトル f が相互に平行であれば、各 4 角形状 G は同一平面にある。

【 0 0 3 4 】

そして、図 8 に示すように、表面格子最適化処理部 1 4 は、同一平面にあり、相互に隣接する 4 角形状 G を統合して、より大きな 4 角形状 G_1 を定義可能な表面格子点 P を抽出して最適化する。この特徴形状の抽出処理及び最適化処理を 1 回又は複数回繰り返すことにより、図 9 に示すように、加工後の被加工物の各表面を最小数の表面格子点 P により特定する。そして、表面格子最適化処理部 1 4 は、最適化した表面格子点 P に係る立体格子点データ L を最適化表面格子記憶部 9 に格納する。

【 0 0 3 5 】

形状データ生成部 1 5 は、最適化表面格子記憶部 9 から最適化した表面格子点 P に係る立体格子点データ L を読み込み、これに基づいて被加工物 T の加工後の 3 次元形状データを生成する。即ち、この形状データ生成部 1 5 は、図 9 に示すように、表面格子点 P を定義する各座標データと接続サインに基づき、前記 6 方向 ($-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, $+z$) で隣接する格子点 P 同士を繋いで、加工後の被加工物の各表面を形成する。表面格子点 P の相互は、各座標データ及び 6 方向の接続サインとで隣接する格子点が特定され、これにより被加工物の加工後の 3 次元形状データが生成される。また、表面格子点 P の各座標データから、加工後の被加工物の形状寸法を演算する。そして、形状データ生成部 1 5 は、生成した 3 次元形状データを形状データ記憶部 1 0 に格納する。

【 0 0 3 6 】

次に、上記構成の 3 次元形状データ生成装置 1 を用いた 3 次元形状データ生成方法について、図 1 0 ～図 1 5 を参照して説明する。図 1 0 は、3 次元形状デ

タ生成方法の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 に示すように、本例の 3 次元形状データ生成処理では、立体格子点データ作成処理（ステップ 1 0）、工具経路処理（ステップ 2 0）、表面格子抽出処理（ステップ 3 0）、表面格子最適化処理（ステップ 4 0）及び形状データ生成処理（ステップ 5 0）が順次実施される。以下、各処理について、図 1 1 ～ 図 1 5 のフローチャートにより説明する。

【 0 0 3 8 】

（1）立体格子点データ作成処理：

立体格子点データ作成処理（ステップ 1 0）は素材格子作成部 1 1 によって実行される。即ち、図 1 1 に示すように、素材格子作成部 1 1 は、まず、素材形状記憶部 4 から素材形状データを読み込み（ステップ 1 1）、ついで、図 2 及び図 3 に示す如く、素材形状データに基づいて被加工物 T を多数の格子点 P から構成され、各格子点 P が 3 次元座標データ（ X_n , Y_n , Z_n ）及び接続サインから定義される立体格子点データ L に置換し（ステップ 1 2）、得られた立体格子点データ L を素材格子記憶部 6 に格納する（ステップ 1 3）。

【 0 0 3 9 】

（2）工具経路処理：

工具経路処理（ステップ 2 0）は工具経路処理部 1 2 によって実行される。即ち、図 1 2 に示すように、工具経路処理部 1 2 は、NC プログラム記憶部 3、素材形状記憶部 4 及び工具形状記憶部 5 から、それぞれ NC プログラム、素材形状データ及び工具形状データを読み込み（ステップ 2 1）、図 4 に示すように、工具 K の領域に関するデータを生成する（ステップ 2 2）。ついで、工具経路処理部 1 2 は、素材格子記憶部 6 から立体格子点データ L を読み込んだ後（ステップ 2 3）、図 4 及び図 5 に示すように、NC プログラムに基づいて工具 K の領域を移動させ、その移動領域と重なる立体格子点データ L の格子点 P（図 5 の◎印）を消去し（ステップ 2 4）、しかる後、残った格子点 P の接続サインを更新し（ステップ 2 5）、更新された立体格子点データ L を加工後格子記憶部 7 に格納する（ステップ 2 6）。

【0040】

(3) 表面格子抽出処理：

表面格子抽出処理（ステップ30）は、表面格子抽出部13によって実行される。即ち、図13に示すように、表面格子抽出部13は加工後格子記憶部7から加工後の立体格子点データLを読み込み（ステップ31）、格子点Pの接続サインに基づいて、立体格子点データLを構成する各格子点Pを表面格子点Pと内部格子点Pとに判別して表面格子点Pを抽出し（ステップ32）、抽出された表面格子点Pに係る立体格子点データLを表面格子記憶部8に格納する（ステップ33）。

【0041】

(4) 表面格子最適化処理：

表面格子最適化処理（ステップ40）は表面格子最適化処理部14によって実行される。即ち、図14に示すように、表面格子最適化処理部14は表面格子記憶部8から表面格子点Pに係る立体格子点データを読み込み（ステップ41）、図7に示す如く、各表面格子P相互間で隣接する表面格子点Pにより4角形状Gを多数形成し（ステップ42）、各4角形状Gに垂直ベクトルfを設定する（ステップ43）。ついで、各垂直ベクトルfの方向を分析することにより、加工後の被加工物の特徴形状を抽出し、図8及び図9に示す如く、同一平面にあり、相互に隣接する4角形状Gを統合して、より大きな4角形状Gを定義可能な表面格子点Pを抽出して最適化し（ステップ44）、最適化した表面格子Pに係る立体格子点データを最適化表面格子記憶部9に格納する（ステップ45）。

【0042】

(5) 形状データ生成処理：

形状データ生成処理（ステップ50）は形状データ生成部15によって実行される。即ち、図15に示すように、この形状データ生成部15は最適化表面格子記憶部9から最適化した表面格子点Pに係る立体格子点データを読み込み（ステップ51）、表面格子点Pの各座標データ及び接続サインに基づいて、6方向（ $-x$, $+x$, $-y$, $+y$, $-z$, $+z$ ）で隣接する格子点P同士を繋いで、加工後の被加工物の表面を形成する。表面格子点の相互は、各座標データ及び6方向

の接続サインとで隣接する格子点が特定され、これにより被加工物の加工後の 3 次元形状データが生成される。また、表面格子点 P の各座標データから、加工後の被加工物の形状寸法を演算する（ステップ 5 2）。ついで、生成した 3 次元形状データを形状データ記憶部 1 0 に格納する（ステップ 5 3）。

【 0 0 4 3 】

そして、形状データ記憶部 1 0 に格納された 3 次元形状データは、バスライン 2，入出力インターフェース 1 6 を通して出力装置 1 8 に出力され、所定の処理を経て、NC プログラムの変更や、新たな NC プログラムの生成に用いられる。

【 0 0 4 4 】

このように、本例の 3 次元形状データ生成装置 1 及び 3 次元形状データ生成方法によれば、NC プログラムから逆展開して、被加工物の加工後の 3 次元形状データを得ることができる。そして、得られた 3 次元形状データから、被加工物の最終的な形状及び寸法を把握することができる。これにより、加工現場において、受注先から NC プログラムしか受け取らないケースであっても、NC プログラムから逆展開した 3 次元形状データを適宜処理することにより、NC プログラムを変更したり、或いはこれを新たに作成することが可能となる。この結果、加工現場での生産性を向上させることができると共に、加工による不具合を修正することが可能となる。なお、3 次元形状データを順次、蓄積することにより、被加工物に対する工具等の加工条件も蓄積することが可能である。

【 0 0 4 5 】

また、表面格子抽出処理を実施すると、内部格子点を除く、表面格子点により 3 次元形状データを生成できるので、簡単な構造にて 3 次元形状データを特定できる。この結果、3 次元形状データを記憶するための容量を少なくすることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

更に、表面格子最適化処理を実施すると、加工後の被加工物を最小数の表面格子点により特定できるので、これら表面格子点から 3 次元データを生成する処理時間を短縮することが可能となる。また、3 次元形状データを記憶するための容量を最小にすることもできる。

【0047】

なお、本発明の3次元形状データ生成装置及び3次元形状データ生成方法は、図1～図15に示すものに限定されず、例えば、次のような態様も採用することができる。

【0048】

(A) 本発明に係る3次元形状データ生成装置及び3次元形状生成方法では、必ずしも、表面格子抽出部13と表面格子最適化処理部14（各記憶部8，9）を有する必要はない。このとき、形状データ生成部15は、図1に示すように、加工後格子記憶部7から加工後の立体格子点データLを読み込んで、該各格子点Pの各座標データ及び接続サインに基づいて、被加工物の加工後の3次元形状データを生成する。即ち、この3次元形状データ生成方法では、表面格子抽出処理と表面格子最適化処理とを省略して、工具経路処理に続いて、形状データ生成処理を行う。

【0049】

(B) また、必ずしも表面格子最適化処理部14（各記憶部9）を有する必要はない。この場合、形状データ生成部15は、表面格子記憶部8から表面格子点Pを読み込み、表面格子点Pの各座標データ及び接続サインに基づいて、被加工物の加工後の3次元形状データを生成する。即ち、この3次元形状データ生成方法では、表面格子最適化処理を省略して、表面格子抽出処理に続いて、形状データ生成処理を行う。

【0050】

(C) また、3次元形状データ生成装置は、NC工作機械とは別体のものとしてこれを構成しても、NC工作機械と一体的に構成（内蔵）してもいずれでも良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る3次元形状データ生成装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】

本実施形態に係る素材格子作成部により、被加工物を立体格子点データに置換した状態を示す斜視図である。

【図 3】

図 2 に示した各格子点の接続状態を示した拡大斜視図である。

【図 4】

本実施形態に係る工具経路処理部により、立体格子点データの格子点を消去した状態を示す斜視図である。

【図 5】

図 4 の A - A から見た断面拡大図である。

【図 6】

本実施形態に係る表面格子抽出処理を説明するための説明図である。

【図 7】

図 4 の矢示 B - B から見た説明図であり、表面格子最適化処理を説明するための説明図である。

【図 8】

図 4 の矢示 B - B から見た説明図であり、表面格子最適化処理を説明するための説明図である。

【図 9】

表面格子最適化処理をした後の立体格子点データを示す説明図である。

【図 1 0】

本発明の一実施形態に係る 3 次元形状データ生成方法の処理手順を示したフローチャートである。

【図 1 1】

素材格子作成部における立体格子点データの作成手順を示すフローチャートである。

【図 1 2】

工具経路処理部における工具領域の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 3】

表面格子抽出部における表面格子の抽出手順を示すフローチャートである。

【図 14】

表面格子最適化処理部における表面格子最適化の処理手順を示すフローチャート図である。

【図 15】

形状データ生成部における形状データの生成手順を示すフローチャートである。

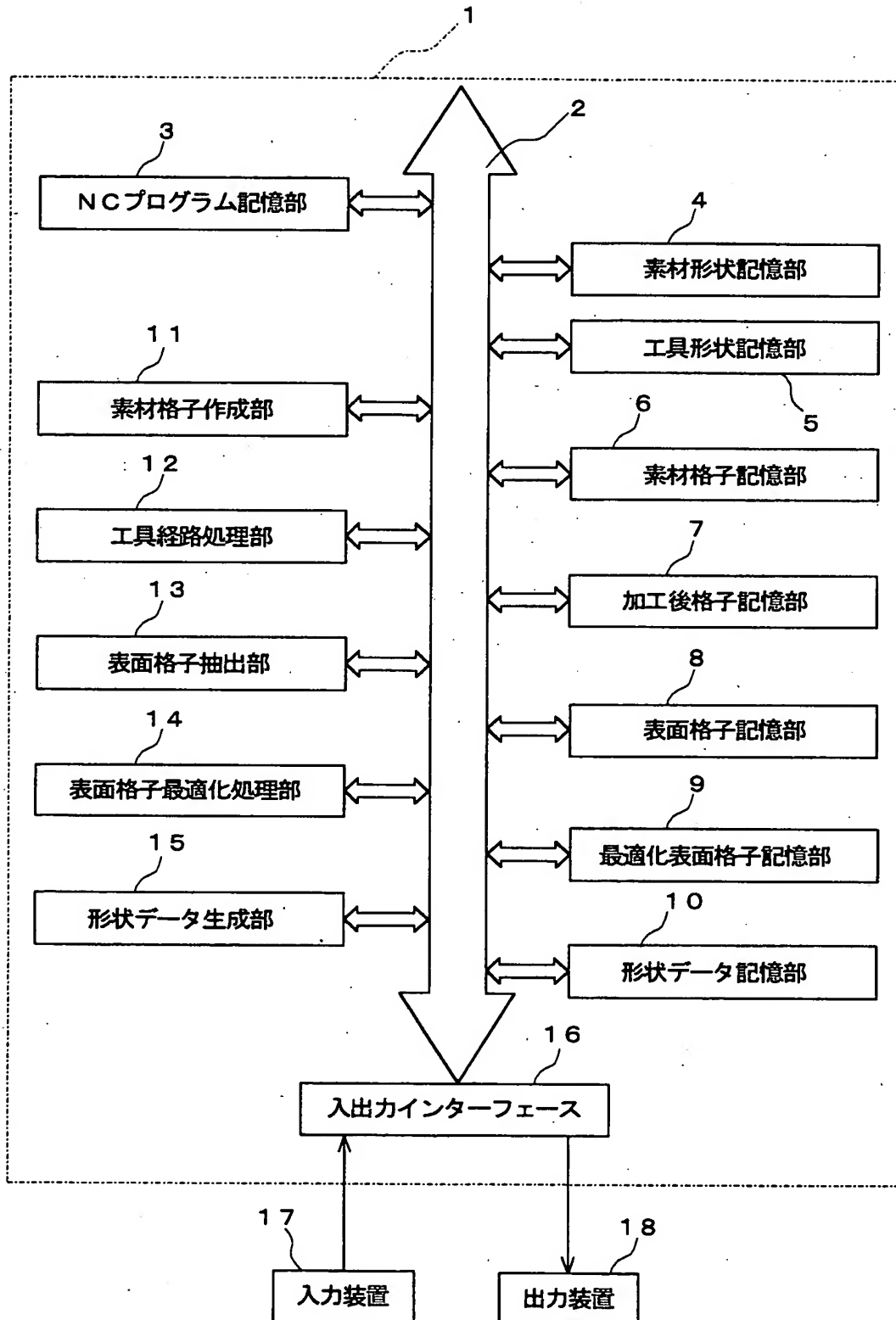
【符号の説明】

- 1 3次元形状データ生成装置
- 3 NCプログラム記憶部
- 4 素材形状記憶部
- 5 工具形状記憶部
- 6 素材格子記憶部
- 7 加工後格子記憶部
- 8 表面格子記憶部
- 9 最適化表面格子記憶部
- 10 形状データ記憶部
- 11 素材格子作成部
- 12 工具経路処理部
- 13 表面格子抽出部
- 14 表面格子最適化処理部
- 15 形状データ生成部
- P 格子点
- T 被加工物
- f 垂直ベクトル

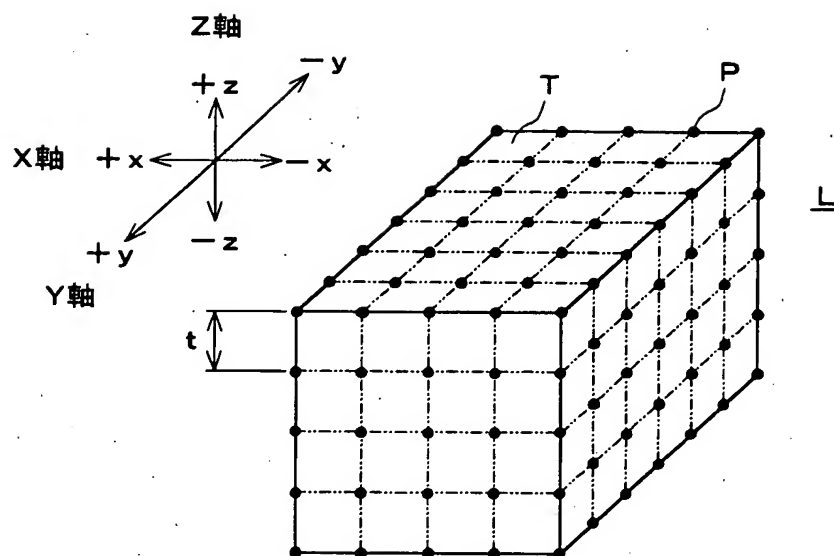
【書類名】

図面

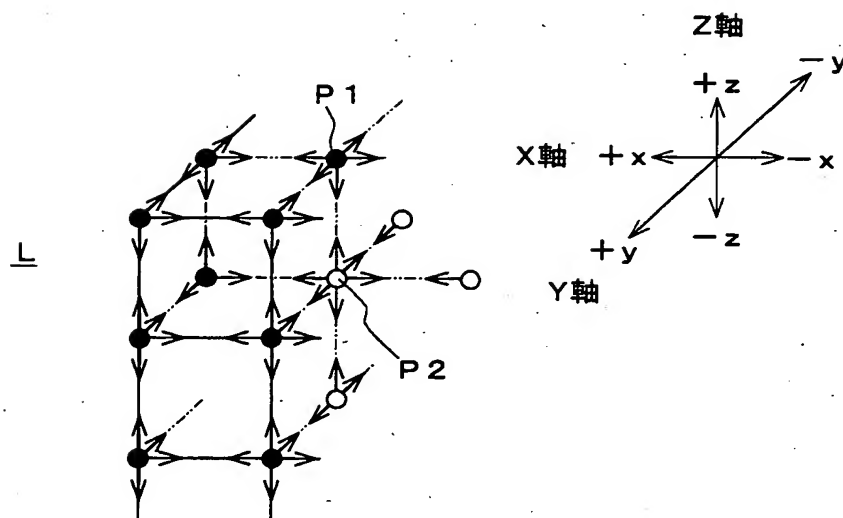
【図 1】



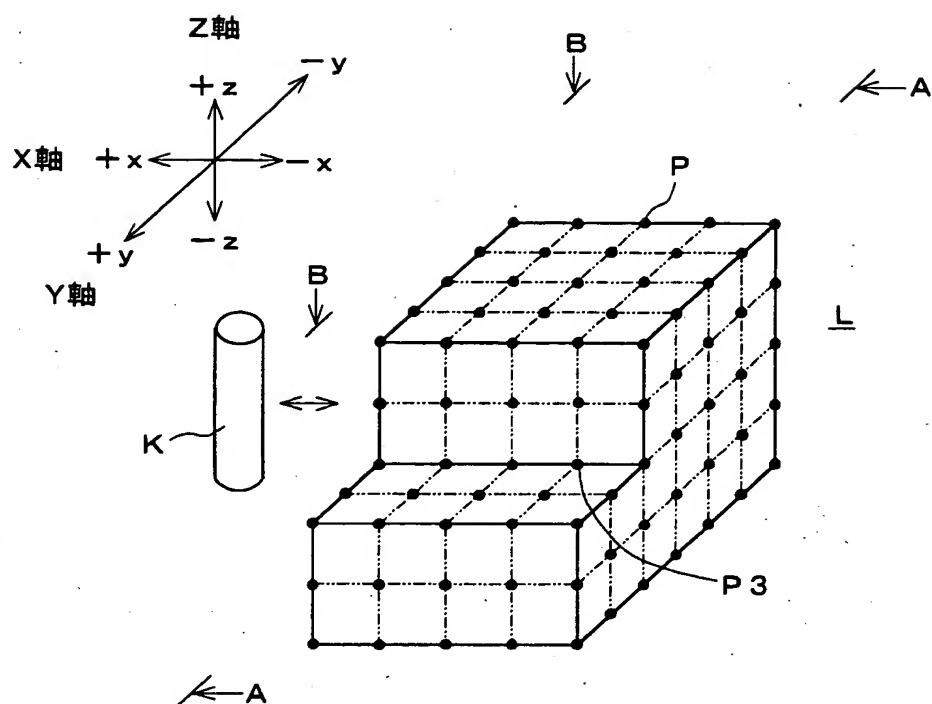
【図 2】



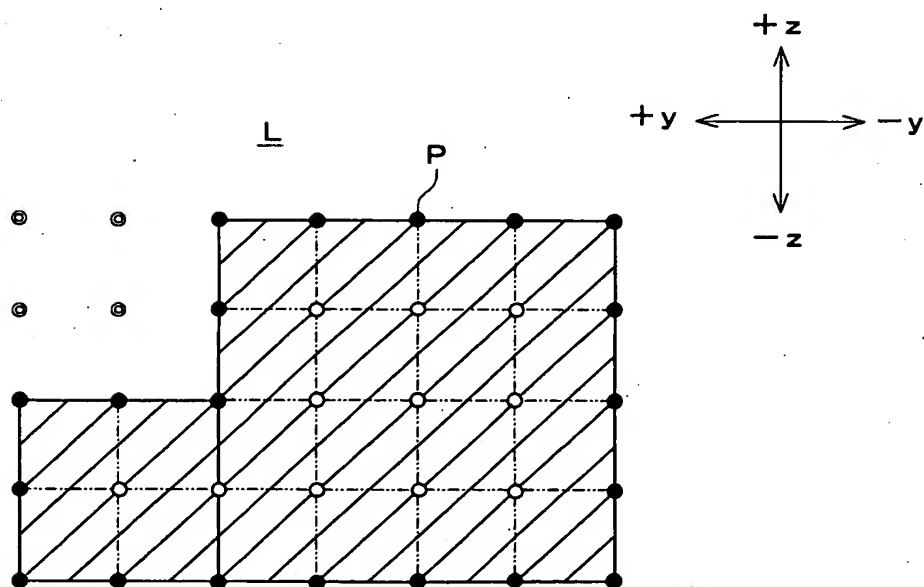
【図 3】



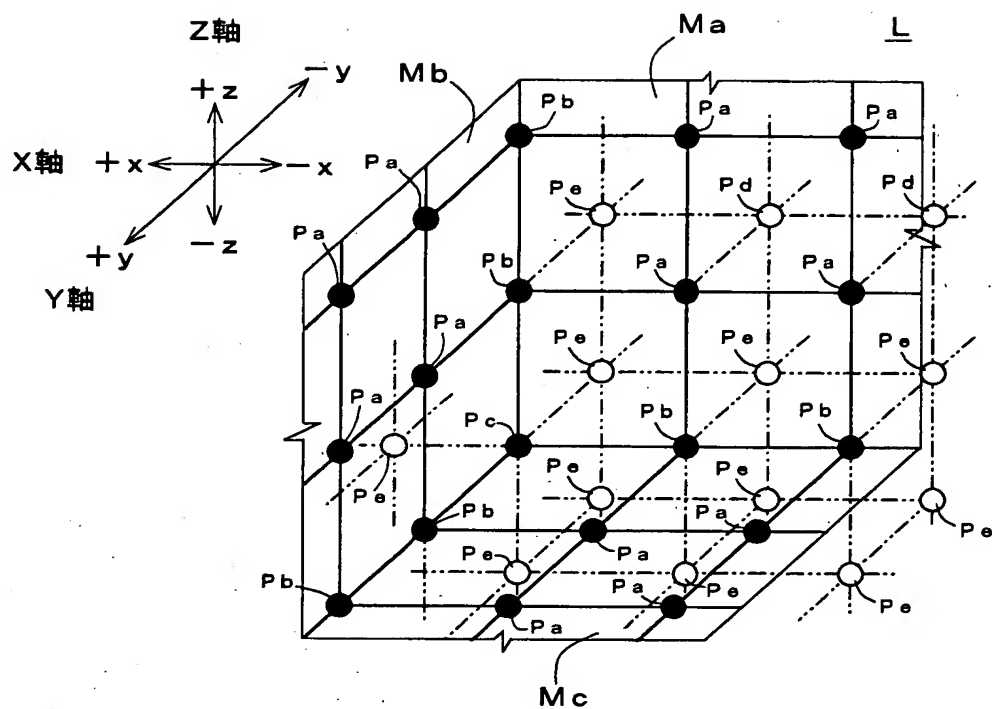
【図4】



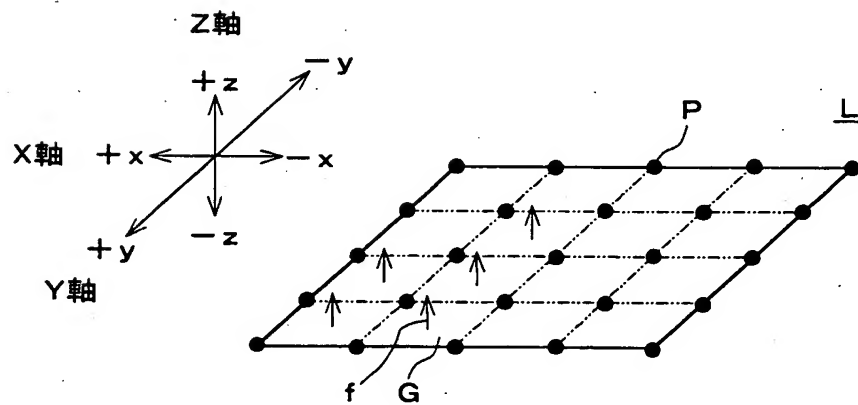
【図5】



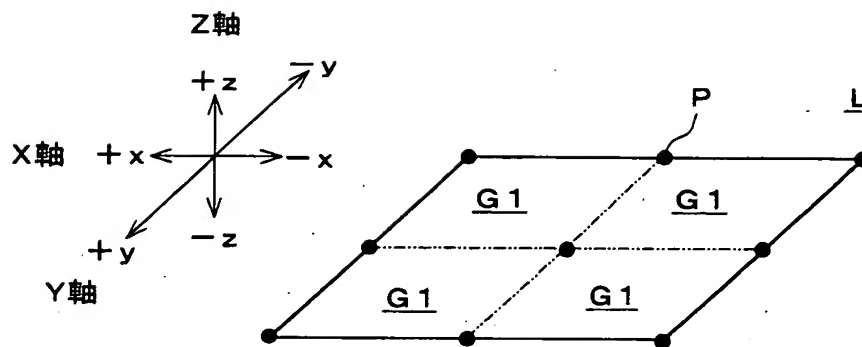
【図 6】



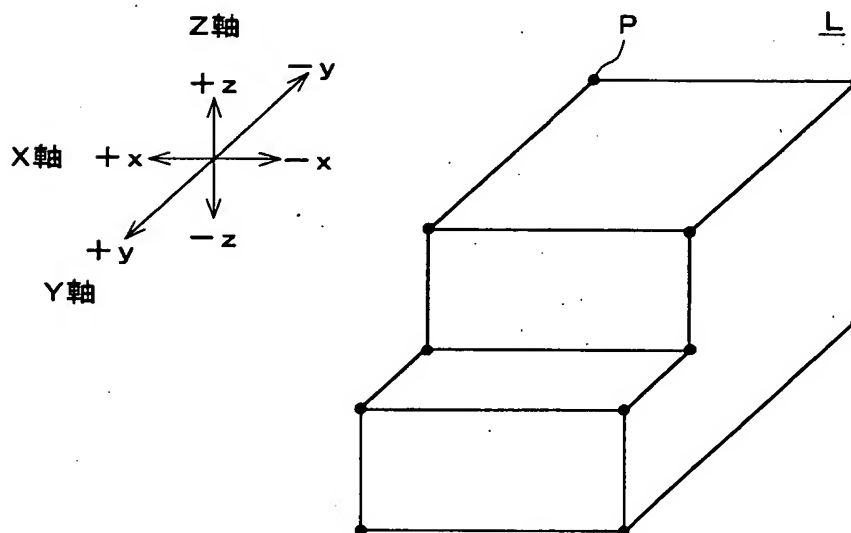
【図 7】



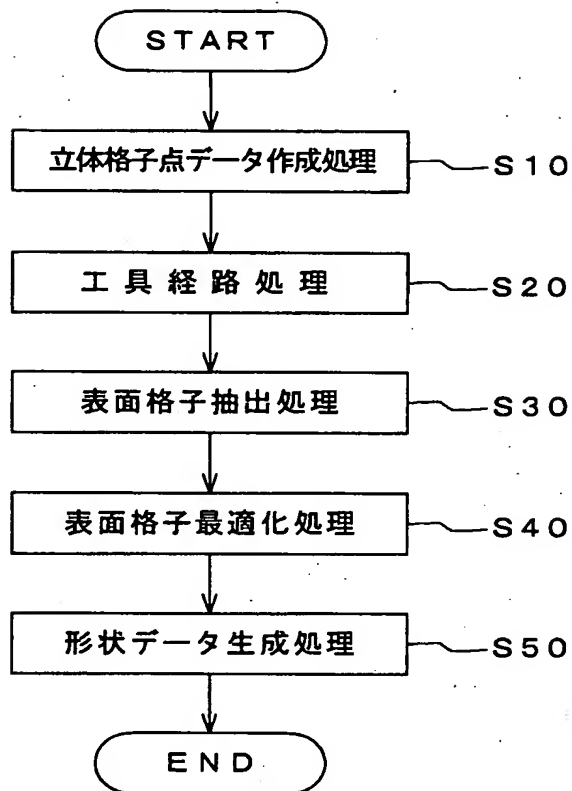
【図 8】



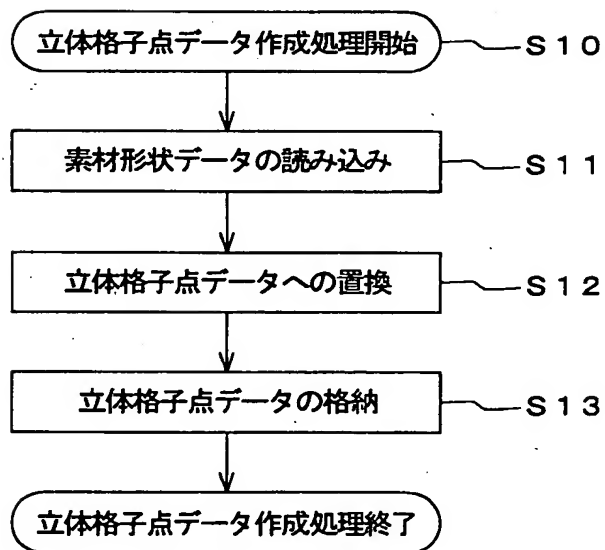
【図 9】



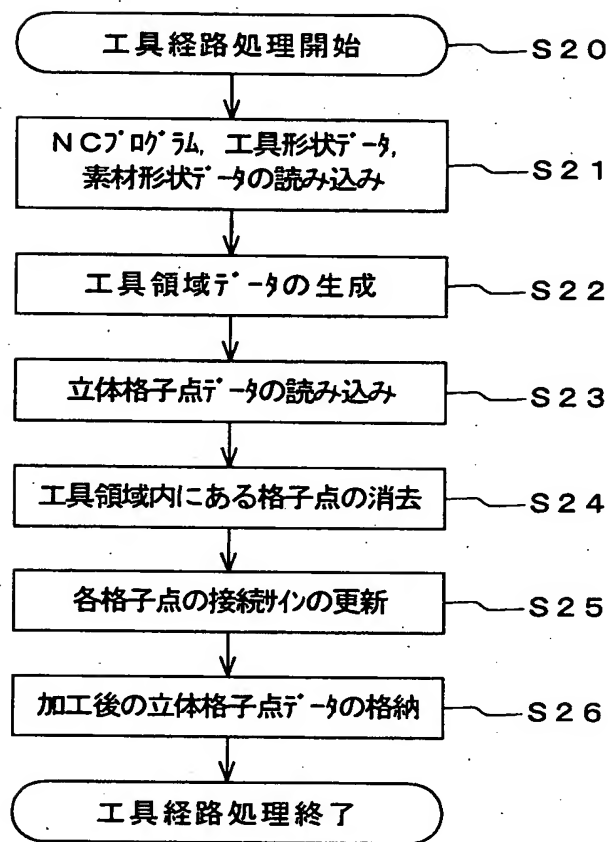
【図 10】



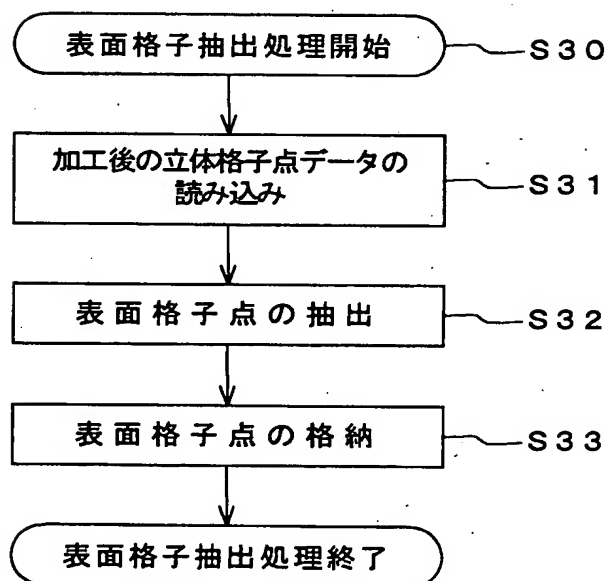
【図 11】



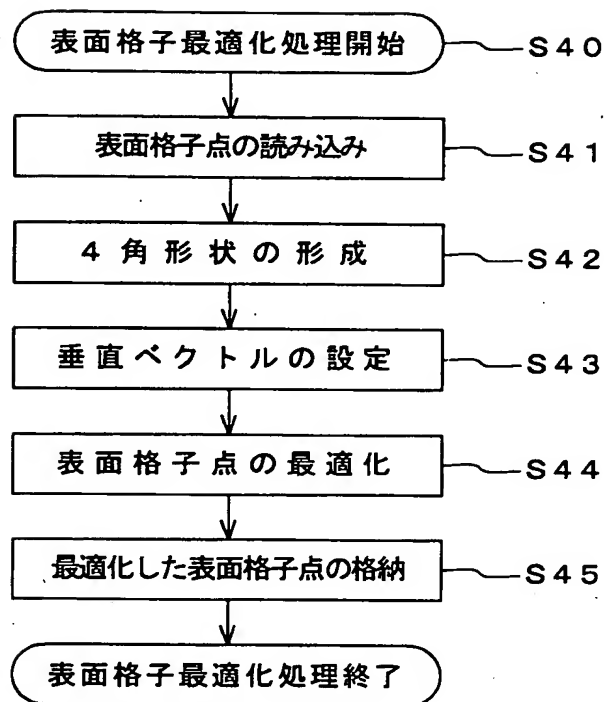
【図 12】



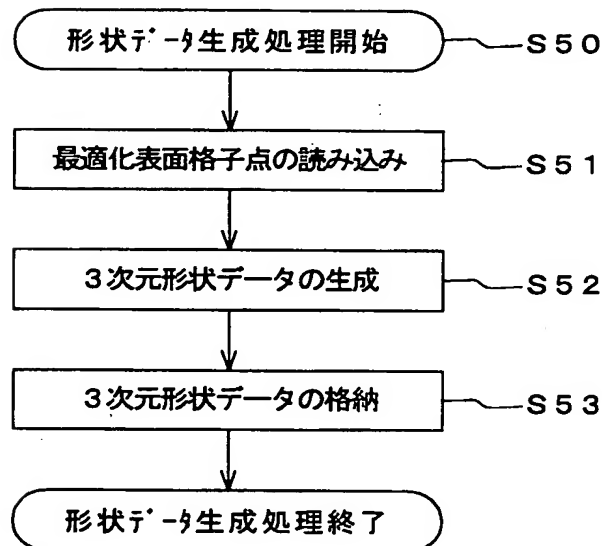
【図 13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 N C プログラムから被加工物の加工後の 3 次元形状データを生成できる 3 次元形状データ生成方法及び 3 次元形状データ生成装置を提供する。

【解決手段】 素材形状データに基づいて、被加工物を、互いに直交する 3 軸方向に整列された多数の格子点を有する立体格子点データ L に置換すると共に、各格子点を、3 次元座標データと 3 軸方向で隣接する格子点間の接続情報とで定義する素材格子作成部 1 1 と、N C プログラム、工具形状データ及び素材形状データに基づいて、被加工物に対する工具の移動領域に関するデータを生成し、工具の移動領域内にある格子点を消去し、残った格子点の接続情報を更新する工具経路処理部 1 2 と、残った格子点の各座標データ及び接続情報に基づいて、被加工物の加工後の 3 次元形状データを生成する形状データ生成部 1 5 とを備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000146847]

1. 変更年月日 1998年10月 7日
[変更理由] 住所変更
住 所 奈良県大和郡山市北郡山町106番地
氏 名 株式会社森精機製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[300035331]

1. 変更年月日 2000年 4月21日

[変更理由] 新規登録

住 所 米国 カリフォルニア州 95814 サクラメント セブン
ストリート 1500番地 7号の0

氏 名 インテリジェント マニュファクチャリング システムズ イ
ンターナショナル